



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**TOLERÂNCIA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum  
officinarum* L.) CULTIVADAS EM SOLO COMPACTADO**

**MARCOS ANTONIO PAULINO**

**AREIA, PB  
JULHO DE 2017**

**MARCOS ANTONIO PAULINO**

**TOLERÂNCIA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum  
officinarum* L.) CULTIVADAS EM SOLO COMPACTADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo graduando Marcos Antonio Paulino, à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque

**AREIA, PB**

**JULHO DE 2017**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

P328t Paulino, Marcos Antonio.

Tolerância de variedades de cana-de-açúcar cultivadas  
em solo compactado / Marcos Antonio Paulino. - João  
Pessoa, 2019.  
32 f. : il.

Monografia (Graduação) - UFPB/cca.

1. cana-de-açúcar. 2. compactação. 3. crescimento  
radicular. I. Título

UFPB/CCA-AREIA

**MARCOS ANTONIO PAULINO**

**TOLERÂNCIA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) CULTIVADAS EM SOLO COMPACTADO**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque  
CCA/UFPB/AREIA – PB  
- Orientador -

Eng. Agro. Msc Rodrigo Ferreira de Sousa  
CCA/UFPB/ AREIA – PB  
- Co-Orientador -

Eng. Agro. Msc Renato Francisco da Silva Souza  
PPGCS/CCA/UFPB/ AREIA – PB  
- 1º Examinador -

Eng. Agro. Msc Josevaldo Ribeiro Silva  
PPGCS/CCA/UFPB/ AREIA – PB  
- 2º Examinador -

**AREIA, PB**

**JULHO DE 2017**

*Dedico com carinho.*

*A Deus por sempre guiar meus passos e  
ser meu refugio em dias difíceis.*

*À minha família, por todo amor, carinho,  
dedicação, apoio, incentivo e confiança.*

## AGRADECIMENTOS

*A DEUS, por fazer que eu seja um ser iluminado e um agraciado por estar rodeado de pessoas que me amam e querem meu bem, por não me deixar fraquejar nos momentos de angustias e me levantar sempre que a vida me derrubou*

*Aos meus pais, Alfredo José João e Maria Do Carmo Paulino, pelo amor incondicional e incentivo constante aos estudos sem pressões, pela educação exemplar desde a infância e pela preocupação em sempre oferecer o melhor para a família.*

*A minha irmã Kelsia Grazielle Paulino que sempre esteve a me incentivar e torcer por mim.*

*A minha avó Domerinda dos Santos Paulino (In memoriam), pelas experiências transmitidas, por tantas histórias e momentos de felicidade vividos juntos que só vieram a somar na minha vida e fazer com que eu me tornasse a pessoa na qual me transformei, com índole e respeito por todos. Aos meus tios e tias, primos e primas pelo apoio.*

*Ao orientador, Professor Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque e aos supervisores Renato Santos e Josevaldo Ribeiro pela competente orientação durante esse e outros trabalhos e por suas valiosas contribuições, além de toda confiança e credibilidade a mim atribuídas.*

*Ao Centro de Ciências Agrárias – UFPB pela acolhida e possibilidade de realização deste trabalho.*

*A todos os funcionários do CCA, por sempre estarem prontos a ajudar no que fosse preciso.*

*Aos companheiros de alojamento, Junior Alves (Gordinho), Luan Cardoso (Lisca), Ricardinho, Rodolfo (Vaqueiro), pelo carinho e companheirismo durante minha vida acadêmica.*

*Aos amigos do CCA: João Rafael (NJ), Victor (Baixinho), Carol (Gordinha), Bruna, Jéssica, Cássio, Ricardo (Tchow), Luan (Tunder), Jaime (Boneco), Anderson (Ibiara), Verônica (Vevas), Amanda Firmino, João Pedro (Pagode), Victor (Indio),*

*Mateus (Gudan) e demais, pela oportunidade de trocar experiências e aprender com todos.*

*Aos meus amigos do Litoral Norte: Alex (Lek), João Cirino (Segundinho), Gustavo Andrade (Guga), Lilo, Jordan, Neto Roque, Hyago (In memoriam), Felipe (Pocotó), Filipe (Bossa), Cizo (Negão), Rafael (Oião) entre outros que aqui não cito, mas tenho grande admiração.*

*E finalmente, a todos aqueles que direto ou indiretamente participaram e contribuíram para a minha formação profissional, agradeço com carinho.*

**OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1. Origem e distribuição geográfica.....	14
2.2. Características agronômicas .....	15
2.3. Variedades .....	166
2.4. Sistema radicular da cana-de-açúcar.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>199</b>
3.1. Localização e caracterização da área .....	199
3.2. Condução do experimento .....	20
3.2.1. Pré-germinação dos mini-toletes.....	20
3.2.2. Preparo e montagem das colunas.....	21
3.2.3. Plantio.....	21
3.3. Delineamento experimental .....	211
3.4. Parâmetros Analisadas .....	221
3.5. Análise estatística .....	222
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>223</b>
4.1. Desenvolvimento da cultura .....	223
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>277</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>278</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b>	Mapa geográfico da localização do experimento. Areia, PB.....	19
<b>FIGURA 2.</b>	Pré-germinação dos mini-toletes em bandejas contendo vermiculita (Figura 2 A e B).....	20
<b>FIGURA 3.</b>	Plantio nas colunas de solo dispostas no interior da casa de vegetação (Figura 3 A e B).....	20
<b>FIGURA 4.</b>	Altura de plantas de Cana-de-açúcar cultivadas em solo com diferentes níveis de densidade aos 30 dias após o plantio. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.....	23
<b>FIGURA 5.</b>	Altura de plantas de Cana-de-açúcar aos 30 dias após o plantio. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.....	23

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Análise química do solo mostrado em uma profundidade de 0 - 20 cm.....  
19
- TABELA 2.** Análise de variância de altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total e razão raiz parte aérea.....  
..
- TABELA 3.** Massa seca da raiz, massa seca total e razão raiz parte aérea de variedades de cana-de-açúcar cultivadas em solo com diferentes níveis de densidade.....

PAULINO, Marcos Antonio. **Intolerância de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) cultivadas em solo compactado**. 2017. Monografia (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba.  
Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque.

## RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L) é cultivada em todo o território brasileiro, devido às condições edáficas e climáticas favoráveis para o seu cultivo. O objetivo do trabalho foi verificar o crescimento inicial de diferentes genótipos de cana-de-açúcar em um solo compactado com diferentes densidades para que fossem feitas avaliações do crescimento radicular, da parte aérea da planta, a quantidade de folhas presentes e os pesos referentes à massa seca dos órgãos vegetativos da planta e a massa seca total. O trabalho foi realizado em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias, campus II da UFPB no município de Areia, nas coordenadas 06° 57' 48" S e 35° 41' 30" W e 623 m de altitude. O solo utilizado no presente trabalho está classificado como Argissolo Vermelho Amarelo. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro variedades de cana-de-açúcar em três níveis de compactação diferentes, considerando-se como unidade experimental 3 plantas. Os tratamentos utilizados foram com diferentes densidades de solo com respectivamente: 1 Mg m<sup>-3</sup>; 1,4Mg m<sup>-3</sup> e 1,7Mg m<sup>-3</sup> de solo por anel de compactação. Avaliou-se aos 7,15 e 30 dias após o transplântio dos mini-toletes o diâmetro do caule, altura das plantas e quantidade de folhas presente em cada planta, foram feitas análises estatísticas das variáveis, altura da planta; massa seca da raiz, massa seca da parte aérea; massa seca total e razão raiz parte aérea. Observou-se com os resultados que quanto maior a densidade do solo, menor será a capacidade de crescimento da cultura, assim como também que um solo com alto nível de compactação diminui a massa seca da raiz, como observou-se na variedade RB7515 quando comparado os níveis de compactação 1,0Mg m<sup>-3</sup> e 1,7Mg m<sup>-3</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cana-de-açúcar, compactação, crescimento radicular.

PAULINO, Marcos Antonio. **Tolerance growth of sugarcane varieties** (*Saccharum* spp) **grown on compacted soil**. 2017. Monografia (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba. Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque.

### ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L) is cultivated throughout the Brazilian territory, due to the edaphic and climatic conditions favorable to its cultivation. The objective of the work was to verify the initial growth of different sugar cane genotypes in a compacted soil with different density to be made for root growth evaluations, from the air portion of the plant, the quantity of leaves present and weights pertaining to the dry mass of the plant's vegetative organs and the total dry mass. The work was conducted at home of vegetation in the center of Agrarian Sciences, Campus II of UFPB in the municipality of Sand, at coordinates 06 ° 57 ' 48 "s and 35 ° 41 ' 30" W and 623 m altitude. The soil used in this work is classified as Argissolo yellow red. The experimental design was used entirely randomized design, with four varieties of sugar cane in three different compression levels, considering as experimental Unit 3 plants. The treatments used were with different soil densities with respectively: 1 mg m<sup>-3</sup>; 1, 4, 4 m<sup>3</sup> and 1, 7Mg m<sup>3</sup> of soil by compression ring. Evaluated at 7,15 and 30 days after the transplantation of the mini-toletes the diameter of the stem, height of the plants and quantity of sheets present in each plant, statistical analyses of the variables were made, plant height; Dry mass of the root, dry mass of the aerial part; Total dry mass and root ratio aerial part. It was observed with the results that the higher the density of the soil, smaller will be the growth capacity of the culture, as well as that a soil with high level of compression decreases the dried mass of the root, as it observed in the RB7515 variety when compared to compression levels 1, 0Mg m<sup>-3</sup> and 1, 7Mg m<sup>-3</sup>.

**Keywords:** Compacted soil, sugarcane, root growth

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma gramínea, geralmente cultivada em áreas tropicais ou subtropicais, sendo originária do Sudeste Asiático. Pertence à classe Liliopsida, sub-classe Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogoneae e sub-tribo Saccharinineae (Castro e Kluge, 2001).

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) vem sendo cultivada no Brasil desde 1532, e, dentre as fontes de energia renováveis é considerada uma das melhores opções com grande importância no cenário agrícola brasileiro-mundial (SOUZA et al., 2005). Para cada unidade de energia consumida na produção, o álcool de cana produz oito unidades de energia equivalentes, e no caso do milho, a produção é de apenas 1,3 unidades por unidade de energia consumida (AGRIANUAL, 2008).

Deve-se ressaltar que no Brasil, a cultura da cana-de-açúcar vem sendo remunerada por seus índices qualitativos, de tal modo que, quanto melhor apresentar a qualidade da matéria-prima, maior será o preço pago por cada tonelada de colmo. Essa cultura tornou-se uma realidade no quesito energético, muito valorizada pela capacidade que existe na geração de energia limpa e renovável. No que se trata a nível mundial, começa a existir uma corrida pelos conhecidos combustíveis mais ‘limpos’, no entanto, quando trata-se em expandir as fronteiras agrícolas para a produção de bicomcombustíveis, tem-se o temor que exista uma diminuição de áreas para a produção de alimentos. No caso do Brasil, essa parece ser uma das grandes vantagens, visto que é um país de dimensões continentais, dispondo, de terras para a expansão de cultivo da cana-de-açúcar, além da existência da renovação na extração de etanol, uma grande fonte sustentável de energia combustível (OLIVEIRA et al., 2011)

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e detém pouco mais de um terço da cana cultivada no mundo (CANAOESTE, 2008). A indústria da cana no Brasil mantém o maior sistema de produção de energia comercial de biomassa do mundo por meio do etanol (que substitui cerca de 40% da gasolina) e do uso quase total do bagaço (equivalente a 11 milhões de toneladas de óleo) como combustível (MACEDO, 2005)

A cana é, em si, usina de enorme eficiência, uma vez que cada tonelada tem um potencial energético equivalente ao de 1,2 barris de petróleo. O Brasil é o maior produtor

do mundo, seguido da Índia e Austrália. Na média, 55% da cana brasileira se transformam em álcool e 45% em açúcar. No País se planta cana no Centro-Sul e no Norte-Nordeste, o que permite dois períodos de safra (UNICA, 2004).

Um solo compactado pode induzir alterações na absorção e concentração de nutrientes nas plantas e, em consequência, em seu desenvolvimento. De acordo com Bonelli et al. (2011) a produção de colmo, folha e a relação folha/colmo de gramíneas são afetadas pela compactação do solo.

A compactação do solo altera de forma bastante direta as propriedades físicas do solo e isso pode causar uma grande redução no comprimento do sistema radicular da planta e aumento no seu diâmetro, como uma enorme consequência do aumento da resistência mecânica que o sistema radicular tem que vencer para crescer (SANTOS et al., 2005). Entre os principais fatores que são primordiais para a germinação os fatores estão a umidade, a temperatura e a aeração do solo, porém estes fatores são influenciados de forma direta pelo estado de compactação do solo ao redor da semente (MODOLO et al., 2011). Isso demonstra que a compactação do solo é um sério problema para os solos com finalidade agrícola, seu estudo é feito de forma intensa, assim como também a busca por medidas que possam permitir a comparação entre os diferentes solos (ALMEIDA et al., 2008).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento inicial de diferentes genótipos de cana-de-açúcar em um solo com diferentes níveis de compactação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Origem e distribuição geográfica

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.; Poaceae) tem origem na Ásia Meridional, para ser mais preciso na região central da Nova Guiné e Indonésia, a cana-de-açúcar é uma planta monocotiledônea, alógama, é de ciclo semiperene e muito apropriada para climas tropicais e subtropicais (DANIELS & ROACH, 1987).

O navegador e explorador italiano Cristóvão Colombo, genro de um grande produtor de açúcar na Ilha Madeira, introduziu na América o plantio da cana, em sua segunda passagem pelo continente, em 1493, onde hoje é localizada a República Dominicana. Quando o povo espanhol descobriram o ouro e a prata das civilizações Asteca e Inca, em meados século XVI, o cultivo da cana e a produção de açúcar foram esquecidos. Mas, de forma oficial, foi Martim Affonso de Souza que por volta de 1532 trouxe a primeira muda de cana-de-açúcar ao Brasil e deu início ao seu cultivo na Capitania de São Vicente. Ainda na capitania de São Vicente, o próprio Martin Affonso construiu o primeiro engenho de açúcar. Porém, foi na região Nordeste, principalmente nas Capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar vieram se multiplicaram no decorrer dos anos (UDOP, 2012). A produção de cana no Brasil teve um crescimento de forma bastante acelerada após o estabelecimento do Proálcool, ocorrido em novembro de 1975, passando de um nível de produtividade de pouco menos de 100 milhões de toneladas por ano para um novo patamar em torno de 220 milhões de toneladas por ano, em 1986/87. O crescimento do setor canavieiro só voltou a crescer na safra 93/94, desta vez, com a motivação pelo aumento das exportações de açúcar. A partir deste momento, houve o crescimento da produção e tem ocorrido de forma contínua (com exceção do período entre 1998 a 2001, quando existiu uma queda gerada pela crise no setor). Os veículos flex-fuel tiveram um grande sucesso com seu lançamento no mercado brasileiro em 2003 e com isso a produção de cana-de-açúcar voltou a ter um crescimento significativo, de forma acelerada para que pudesse atender a grande demanda de álcool hidratado, chegando a se aproximar das 520 milhões de toneladas em 2007. (NOVACANA, 2016).

O Brasil destaca-se também como o maior produtor de etanol de cana-de-açúcar, onde a produção está estimada em 38,25 milhões de toneladas de açúcar e 27,62 bilhões de litros de etanol para a safra 2014/2015 (CONAB, 2014). Os avanços das tecnologias

continuaram e o Brasil, hoje, é uma grande força na geração e difusão de tecnologias da cadeia açúcar/álcool de cana-de-açúcar (NEGRÃO & URBAN, 2006).

O Brasil está tendo grande destaque a nível mundial por ser o maior produtor de cana-de-açúcar e grande responsável por representar pouco mais de um terço da cana cultivada no mundo (CANAOESTE, 2008). Nos dias atuais, a cana-de-açúcar vem sendo considerada como uma das melhores opções no que se diz respeito as fontes de energia renováveis com enorme importância no cenário agrícola não só brasileiro, mas também mundial (SOUZA et al., 2005). Estima-se que para cada unidade de energia que é consumida na produção, o álcool de cana representa uma produção de oito unidades de energia equivalentes, e se comparado ao milho, a produção é de apenas 1,3 unidades por unidade de energia consumida (AGRIANUAL, 2008). A região Centro-Sul, que se destaca como a principal produtora de cana-de-açúcar e derivados, produziu na safra 2008/2009 o equivalente a 499,6 milhões de toneladas de cana, sendo 299,4 milhões só no estado de São Paulo. Para a safra 2009/2010 tem a expectativa que se colham 530 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que representaria um crescimento de 6,08% em relação à safra anterior (UDOP, 2009). Não há o que se discutir quando trata-se sobre a importância do setor sucroalcooleiro na sociedade brasileira, seja pelo grande número de geração de empregos diretos e indiretos, seja pelas exportações de açúcar e álcool fazendo com que haja um equilíbrio da balança comercial (MARQUES et al., 2006).

A Paraíba ocupa a sexta posição no cenário nacional, produzindo 8,9 milhões de toneladas, o que lhe confere uma receita anual de 120 milhões de reais, fazendo com que a cana-de-açúcar seja o produto agropecuário mais importante do Estado. No entanto, a produtividade da cana-de-açúcar na Paraíba é a mais baixa entre os maiores Estados produtores, 41,2 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2011).

## **2.2. Características agronômicas**

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma planta tropical que pertence à família das gramíneas ou poáceas, com grande facilidade de estocar de sacarose em seus colmos. O seu metabolismo fotossintético é representado pelos tipos de planta C4, o que faz com que a planta tenha uma maior eficiência de aproveitamento de luz, água e nitrogênio do que plantas com metabolismo fotossintético do tipo C3. A cana-de-açúcar de maneira geral tem uma constituição com um sistema radicular, de colmos, onde a sacarose é de forma predominante estocada, e as folhas dispostas ao redor da cana, nos



nódulos inter-colmos e também na parte superior da planta onde se localiza a gema apical (MANTELATTO, 2005).

A cultura da cana-de-açúcar possui um ciclo semi-perene com duração que gira em torno de quatro a cinco estágios de corte. As épocas de plantio que os produtores tem como preferencia são duas, as que dão origem à cana-planta de ano (12 meses) ou à cana-planta de ano e meio (18 meses). Quando se é dado o primeiro corte, os estágios seguintes do corto são chamados de cana-soca, ao fazer cada corte existe a ocorrência da brotação da soqueira dando início de um novo estágio de corte. O aumento da quantidade de número de estágios de corte faz com que aconteça uma perda gradativa na produtividade agrícola (SUGAWARA et al., 2011). Nos dias atuais, a cultura da cana-de-açúcar é uma das melhores opções no que se diz respeito às fontes de energia renováveis, demonstrando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial (BATISTA, 2013)

No que se diz respeito a parte morfológica da cana-de-açúcar o grande interesse comercial é pelo colmo, que possui sacarose industrializável. O colmo tem uma composição química bastante variável e isso acontece em função de diversos fatores como: genótipo ou variedade, idade fisiológica, condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, propriedades físicas, entre outros (MARQUES M.O.; MARQUES T.O.; TASSO JÚNIOR, 2001).

### **2.3. Variedades**

Um dos principais fatores de produção da cana-de-açúcar, a variedade ocupa um lugar em destaque visto que os aumentos significativos na produtividade ocorrem devido às variedades ser o único fator que influencia sem que ocorra aumento nos custos da produção (ALONSO, 2009). As variedades de cana-de-açúcar em muitos casos não são descritas de forma exclusiva a partir de suas características morfológicas, mas também por características agroindustriais, como: precocidade, capacidade de brotação e de perfilhamento, adaptabilidade à época de plantio, restrição ao ambiente de produção, tolerância à seca, produtividade e qualidade. Algumas das características podem exercer e até mesmo sofrem influência do sistema radicular da cultura. Nos dias atuais, existe no Brasil quatro principais Programas de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar [Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA) da 19ª Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA) -

variedades RB; Centro de Tecnologia Canavieira (CTC - antiga Copersucar) – variedades SP/CTC; Instituto Agronômico de Campinas – variedades IAC; CanaVialis – variedades CV], que vem disponibilizando as atuais e as futuras variedades para cultivo e ainda vem com importantes informações sobre os referidos potenciais de produção, como por exemplo os aspectos fitotécnicos (altura, diâmetro de colmo, brotação, perfilhamento, florescimento, resistência à pragas e doenças, etc.) e variáveis em termos tecnológicos (teores de sacarose e de fibras) (HOFFMAN et al., 2008). No entanto, não abordam com muita relevância os fatores ligados ao que se diz respeito aos atributos do solo, tendo como base frágeis aproximações para ambientes de produção, usando os termos “ambiente favorável e desfavorável”, “baixa-média-alta exigência em ambientes”, “baixa-média-alta exigência em fertilidade do solo”, etc.

#### **2.4. Sistema radicular da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar possui raízes do tipo fasciculado ou em “cabeleiras” sendo que praticamente 85% delas são encontradas nos primeiros 50 cm, e aproximadamente 60% entre uma profundidade de 20-30 cm. Existem 23 rizomas que são constituídos por nós internos, e gemas, dando origem aos perfilhos, que são responsáveis pela formação das touceiras. Os rizomas que são formados após a colheita dão origem as novas touceiras da soca ou ressoca (Lucchesi, 2001). Trata-se de uma cultura semi-perene com ciclo que pode atingir de 5 a 7 anos, onde o seu desenvolvimento radicular em grande profundidade se torna fundamental para o acréscimo de produtividade em solos com baixa fertilidade e com baixa retenção de umidade (DEMATTE, 2005; BEAUCLAIR; SCARPARI, 2007). O sistema radicular tem bastante influência sobre alguns fatores que são determinantes para a produtividade final, como por exemplo: resistência à seca, eficiência na absorção dos nutrientes do solo, capacidade de germinação e/ou brotação, porte, etc. (VASCONCELOS et al., 2003; COSTA et al., 2007).

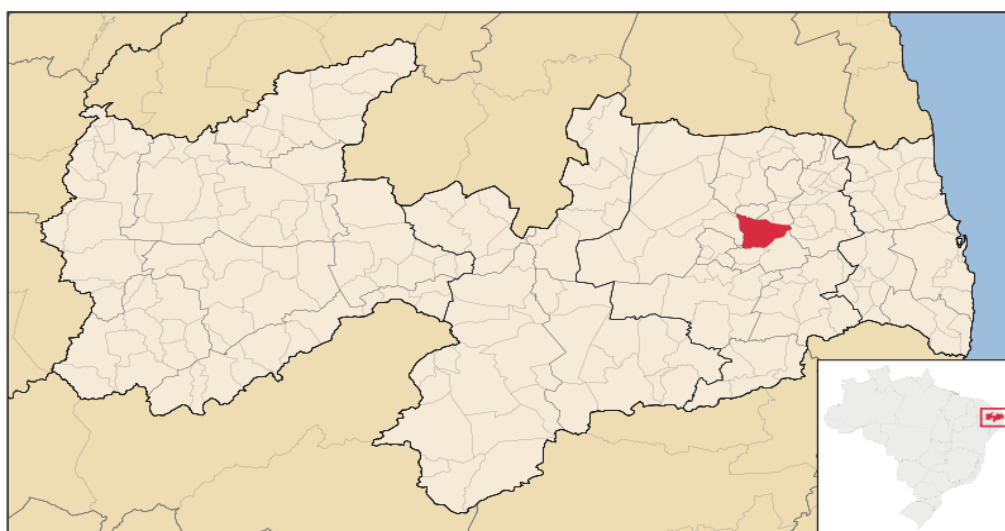
Condições de solos não favoráveis que restringem o desenvolvimento das raízes é a razão mais comum pela qual as culturas não expressam todo seu potencial genético no que se diz respeito a produtividade. A deficiência de nutrientes e em muitos casos o desbalanço nutricional ou a presença de alguns elementos tóxicos na solução do solo deve-se ao estresse químico. Alterações nas estruturas das raízes em resposta à seca são de forma permanentes e o restabelecimento do crescimento após a reidratação envolve, usualmente, a formação de novas raízes laterais. O sistema radicular de cana-de-açúcar é

essencial para que ocorra a regeneração das soqueiras após a colheita (ALVAREZ; CASTRO; NOGUEIRA, 2000). As raízes que primeiro se desenvolvem após o plantio da cana-de-açúcar são as de fixação, que tem origem nos primórdios radiculares situados na zona radicular do tolete plantado (BACCHI, 1983; CASTRO; KLUGE, 2001). Os toletes tem raízes com elongação inicial de poucos mm d-1, podendo chegar a alcançar 20 mm d-1 em poucos dias após a germinação, sob condições favoráveis. As raízes dos brotos crescem de forma mais rápida, com taxas máximas de elongação chegando a 80 mm d-1, mas em curtos períodos. O crescimento médio para raízes dos brotos mostram uma taxa após 10 dias de 40 mm d-1, em solos arenosos, e de 28 mm d-1 em solos argilosos (SMITH; INMAN-BAMBER; THORBURN, 2005). A região radicular da gema ou nó faz com que os colmos venham a emergir, localizada na parte superior da cicatriz da bainha da folha no colmo (THORBURN, 2003). Geralmente são finas e bastante ramificadas, sustentando o crescimento da planta nas primeiras semanas após a germinação, continuando a crescer por um período de 6 a 15 dias após o plantio. A maioria entra em senescência, desaparecendo por volta de 60 a 90 dias (THORBURN, 2003). O segundo tipo de raízes são as raízes dos perfilhos, que emergem da base do novo perfilho 5 a 7 dias após o plantio, sendo mais grossas e pontiagudas que as raízes do colmo. É importante salientar que para obtenção de uma boa produtividade, deve-se ter cuidado com alguns fatores que venham a interferir de alguma forma na qualidade física e sanitária, aumentando os custos desde o preparo de solo à época da colheita. Um dos principais fatores é a qualidade do material de plantio, que devem estar livre de doenças e pragas que possam vir a prejudicar a produtividade do canavial. Alguns fatores influenciam na produção de mudas, como exemplo, a utilização de mudas contaminadas causa baixa eficiência dos métodos de produção de mudas de cana-de-açúcar o que torna a propagação inicial lenta e seu custo bastante elevado, fazendo que fique inviável a utilização de variedades melhoradas pelos produtores de menor poder tecnológico (MARINI et al, 2007)

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e caracterização da área

O experimento foi instalado em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Areia, microregião do brejo do estado da Paraíba, nas coordenadas 06° 57' 48" S e 35° 41' 30" W e 623 m de altitude, com clima classificado por Koppen tipo As' (BRASIL, 1972) e precipitação pluviométrica média anual de 1305 mm.



**Figura 1.** Mapa geográfico da localização do experimento. Areia, PB

O solo da área, classificado como Argissolo - vermelho amarelo, (EMBRAPA 2011), foi previamente amostrado a profundidade de 0 – 20 cm. Os resultados da análise química são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo

Ph	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V%	M.O
H <sub>2</sub> O (1: 2,5)	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----								%	
5,2	1	0,23	0,11	2,30	0,30	0,20	3,2	2,95	6,15	47,94	1,91
Fe		Cu		Zn		Mn					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----											
207,40		2,10		6,40		12,50					

### 3.2. Condução do experimento

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CCA), campus Areia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em condições de casa-de-vegetação, em colunas de PVC preenchidas com diferentes quantidades de solo e divididas em três níveis de compactação diferentes, sendo com a densidade 1,0; 1,4 e 1,7. O solo estudado está classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (EMBRAPA, 2011), com uma textura franco-arenosa, coletadas no próprio campus da UFPB-Areia, para avaliar o crescimento inicial das variedades RB867515, SP791011, RB92579 e RB863129.

#### 3.2.1 Pré-germinação dos mini-toletes

Realizou-se a pré-germinação dos mini-toletes em bandejas contendo vermiculita (Figura 2 A e B), acondicionadas em casa-de-vegetação à temperatura ambiente.



Para a pré-germinação em vermiculita, uma camada foi posta até que ficasse nivelada com a parte superior da bandeja e foi previamente umedecida. Foram colocados em cada bandeja 20 mini-toletes para o plantio, os quais foram cobertos com uma fina camada de vermiculita. A umidade das bandejas foi monitorada diariamente, com necessidade de irrigação no turno da manhã e a tarde. Após o período de 15 dias, ocorreu à triagem de mini-toletes com uniformidade de desenvolvimento radicular, para posterior plantio nas colunas de solo dispostas no interior da casa de vegetação. (FIGURA 3 A e B)



### 3.2.2 Preparo e montagem das colunas

Cada coluna foi constituída pela sobreposição de 3 anéis de PVC rígido, de 12cm na parte superior, 3,5cm na parte central e 12cm na parte inferior, onde foram unidos com uma fita adesiva (Silver Tape). Sendo os anéis centrais das colunas preenchidos com condições extremas de compactação do solo, com a densidade 1,0; 1,4 e por fim 1,7.

As colunas de PVC depois de preparadas contêm diferentes massas de solo para cada densidade utilizada, para a densidade de  $1,0\text{gcm}^3$  foram utilizados 263,8699g de solo, na densidade referente a  $1,4\text{gcm}^3$  foram utilizados 369,4178g de solo e por fim na densidade de  $1,7\text{gcm}^3$  foram utilizados 448,5788g de solo.

### 3.2.3 Plantio

As colunas de solo foram previamente umedecidas no dia do plantio dos mini-toletes. Cada mini-tolete foi transplantado para as colunas de PVC em tamanho uniforme, tanto da raiz quanto da parte aérea. Foram feitas pequenas covas dentro das colunas para que fossem acomodadas as variedades em cada tratamento destinado nos diferentes níveis de compactação.

## 3.3. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro variedades de cana-de-açúcar em três níveis de compactação diferentes, considerando-se como unidade experimental 3 plantas. Os tratamentos foram submetidos a uma adubação com o Mono-Amonio-Fosfato (MAP) com doses iguais para todos os tratamentos, cada tratamento recebeu 3g do MAP que na sua formulação aponta para um valor equivalente

a 10% de Nitrogênio e cerca de 47% de  $P_2O_5$ , essa adubação foi feita em uma pequena cova dentro da coluna de PVC.

### **3.4. Parâmetros Analisadas**

As avaliações foram realizadas aos 7,15 e 30 dias após o transplântio, aferindo-se o diâmetro do caule das plantas, usando um paquímetro de precisão de 0,01mm; foram feitas contagens dos números de folhas e a altura das plantas durante esse período, utilizou-se uma régua milimétrica para aferir a altura das plantas. Ao retirar cada genótipo de dentro de suas respectivas colunas de PVC, realizou-se cortes para que fossem separadas a parte aérea da parte radicular de cada mini-tolete para que fossem feitas as análises de matéria seca de cada órgão vegetativo e matéria seca total das plantas.

### **3.5. Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o nível de significância determinado pelo teste “F” e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram processadas através do programa ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2002).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Desenvolvimento da cultura**

Houve interação dos níveis de densidades do solo com às variedades de cana-de-açúcar na massa da raiz, massa seca total e razão raiz parte aérea (Tabela 2). Por outro lado,

houve efeito dos níveis de densidades do solo e variedades de cana-de-açúcar, mas não da interação entre eles na altura de plantas.

Tabela 2. Análise de variância de altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total e razão raiz parte aérea.

Variáveis	Fonte de Variação			
	Densidade (D)	Variedades (V)	D x V	CV %
Altura de plantas	**	**	Ns	2,9
Diâmetro do caule	Ns	Ns	Ns	10,0
Número de folhas	Ns	Ns	Ns	8,8
Massa seca da raiz	Ns	Ns	**	17,0
Massa seca da parte aérea	Ns	Ns	Ns	10,1
Massa seca total	Ns	Ns	**	9,6
Razão raiz parte aérea	*	*	**	20,6

<sup>ns</sup> Não significativo. \* e \*\* Significativo a 0,05 e 0,01, respectivamente, pelo teste F

O aumento da densidade do solo na camada central do vaso diminuiu a altura de plantas, isso ocorre devido às plantas terem sido submetidas a diferentes níveis de compactação, demonstrando que quanto maior for a densidade do solo menor será o desenvolvimento da cultura. Visto que, com as camadas dos vasos com maiores densidades fica mais difícil a infiltração de água para a camada inferior do vaso, impossibilitando que a cultura tenha mais disponibilidade de água para desenvolver-se, fazendo com que exista uma dificuldade para que o sistema radicular se desenvolva da melhor forma possível para que o crescimento da cultura seja da maneira adequada.

Segundo Borges et al. (1999) altos valores de densidade do solo prejudicam o desenvolvimento das plantas pela restrição à penetração de raízes. O maior desenvolvimento do sistema radicular pode proporcionar aumento na absorção de água e nutrientes minerais aumentando a área foliar e o vigor das plantas (Tavares et al., 2007)



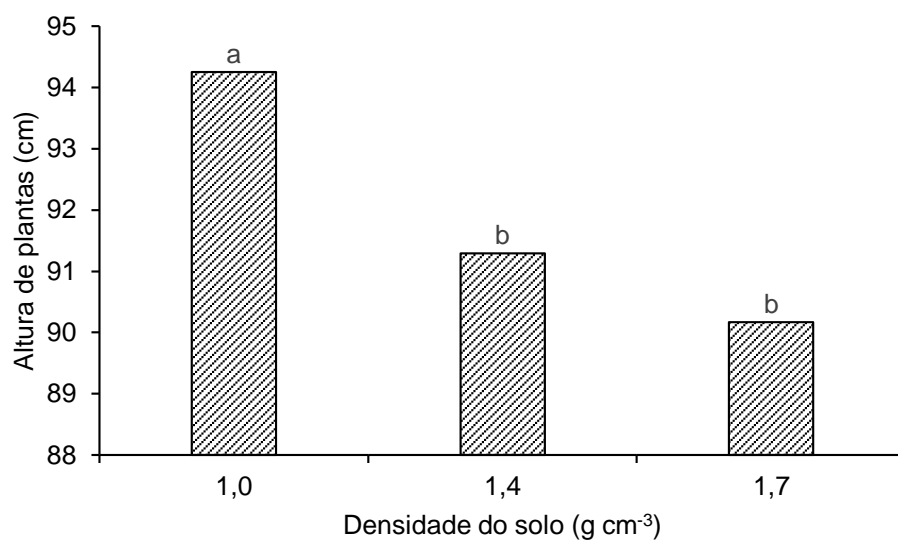


Figura 4. Altura de plantas de Cana-de-açúcar cultivadas em solo com diferentes níveis de densidade aos 30 dias após o plantio. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

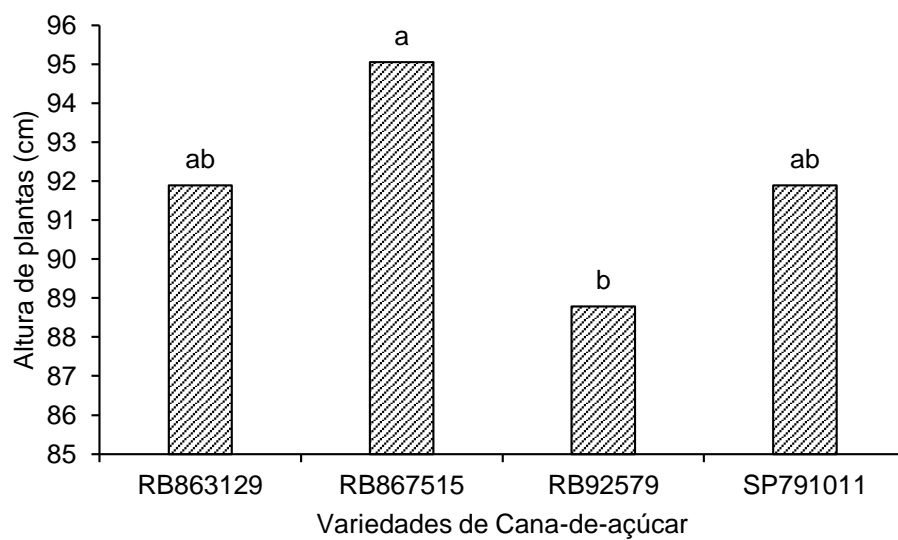


Figura 5. Altura de plantas de Cana-de-açúcar aos 30 dias após o plantio. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 3. Massa seca da raiz, massa seca total e razão raiz parte aérea de variedades de cana-de-açúcar cultivadas em solo com diferentes níveis de densidade.

Variedades	Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ )		
	1,0	1,4	1,7
Massa seca da raiz (g)			
RB863129	2,73aAB	2,61aB	2,89aAB
RB867515	3,48aA	3,55aAB	2,48bAB
RB92579	3,02aAB	3,94aA	2,30bB
SP791011	1,97bB	2,63abB	3,48aA
Massa seca total (g)			
RB863129	6,67aAB	6,39aA	6,81aAB
RB867515	7,26aA	7,03aA	6,31aAB
RB92579	6,99aAB	7,45aA	5,50bB
SP791011	5,80bB	6,23abA	7,22aA
Razão raiz parte aérea			
RB863129	0,71Aab	0,68aB	0,74aA
RB867515	0,93abA	1,04aAB	0,65bA
RB92579	0,77BaB	1,14aA	0,72bA
SP791011	0,51aB	0,74abB	0,93aA

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ao ser comparada a produção de massa seca da raiz na variedade RB867515 na densidade do solo  $1,0 \text{ Mg m}^{-3}$  com a produção de massa seca da raiz na densidade do solo  $1,7 \text{ Mg m}^{-3}$ , pode-se observar uma redução; isso ocorreu devido uma limitação física do solo que fez com que houvesse uma difícil penetração da raiz para as camadas mais profundas causando uma diminuição na massa seca. A variedade RB92579 apresentou produção máxima de massa seca da raiz na densidade  $1,4 \text{ Mg m}^{-3}$  com 3,94 g. Os resultados se assemelham aos encontrados por Bonfim-Silva et al. (2011) que também tiveram produção de massa seca do trigo que ajustou-se ao modelo quadrático de regressão onde sua máxima produção foi visualizada na densidade de  $1,33 \text{ Mg m}^{-3}$ .

O nível de compactação referente a  $1,7 \text{ Mg m}^{-3}$  resultou em um menor acúmulo de massa seca total com 5,50 g, sendo esse valor obtido da variedade RB579. Por outro lado, a variedade RB867515 demonstrou um bom acúmulo de massa seca total, sendo 7,26g referente ao nível de compactação com  $1,0 \text{ Mg m}^{-3}$  isso demonstra que existe um comportamento diferencial entre as espécies analisadas, deixando evidente que não

apenas o nível de compactação influencia no seu desenvolvimento, mas também que cada uma das espécies tem suas características particulares e que também influenciam no desenvolvimento da cultura como o porte, velocidade de crescimento, hábito de crescimento e densidade do colmo.

Os resultados analisados da massa seca total se assemelham aos resultados obtidos por Guimarães et al. (2013) onde, na cultura do milho pode ser observado uma redução em média de 41%, isso ocorre devido o aumento da densidade do solo estudado.

A relação raiz/parte aérea é uma correlação de desenvolvimento, expressando o fato de que o crescimento radicular pode afetar o da parte aérea e vice-versa, (Goss, 1973). A relação raiz/parte aérea aumentou com os níveis de compactação do solo, pode observar-se na variedade SP791011 isso mostra que a cultura com o passar dos dias obteve um bom desenvolvimento radicular e aéreo mostrando uma boa evolução.

Outro ponto importante que pode ser observado é que a relação raiz/parte aérea também foi influenciada pelos níveis de compactação na variedade RB867515 que obteve o maior índice de altura de planta (Figura 4) o que demonstra ter uma maior massa seca, assim como também obteve o maior índice de massa seca da raiz fazendo com que obtivesse um resultado satisfatório no que se diz respeito a relação raiz/parte aérea da cultura.

## 5. CONCLUSÕES

Houve uma redução na produção de massa seca da raiz na densidade do solo  $1,7\text{Mgm}^{-3}$  quando comparada com a produção de massa seca da raiz na densidade de  $1,0\text{Mgm}^{-3}$ , resultante de limitações físicas do solo havendo difícil penetração das raízes.

Verificou-se que quanto maior a densidade do solo na camada central do vaso, menor será a altura da cana-de-açúcar.

O solo compactado em diferentes níveis altera de forma bastante direta as propriedades do solo reduzindo o comprimento das plantas, massa seca total e razão raiz/parte aérea.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. 502p.
- ALMEIDA, C. X.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; JORGE, R. F.; BARBOSA, J. C. Funções de pedotransferência para a curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Jaboticabal-SP, v. 32, n. 6, p. 2235-2243, 2008.
- ALONSO, O. Raio x dos canaviais: Censo revela variedades mais cultivadas. **Revista Canavieiros**, Sertãozinho, ed. 39. Ano IV. p.20-21, set. 2009.
- ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R. DE C. E; NOGUEIRA, M.C.S. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p.653-659, 2000.
- BACCHI, O.O.S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. cap.2, p.24-37
- BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de BrasíliaBrasília, 2013. 125 p. (Dissertação Mestrado).
- BEAUCLAIR, E.G.F. de; SCARPARI, M.S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: T. C. C. Ripoli, 2007. p. 65-73.
- Blair, N. Impact of cultivation and sugarcane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a Chromic Luvisol in Queensland, Australia. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.55, n.1, p.183-191, 2000.
- Bonelli, E. A.; Bonfim-Silva, E. M.; Cabral, C. E. A.; Campos, J. J.; Scaramuzza, W. L. M.; Polizel, A. C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.264-269, 2011.
- Bonfim-Silva, E. M.; Anicésio, E. C. A.; Silva, F. C. M.; Dourado, L. G. A.; Agüero, N. F. Compactação do solo na cultura do trigo em Latossolo do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, p.1-6, 2011.

Borges, E. N.; Lombardi Neto, F.; Corrêa, G. F. Borges, E. V. S. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de compactação em Latossolo Vermelho Escuro textura média. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.663-1667, 1999.

BRASIL. **Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba.** Rio de Janeiro: Convênios MA/EPE-SUDENE/DRN; Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 683p. (Boletim Técnico, 15). 1972.

CANAOESTE. **Setor sucroalcooleiro.** 2008. Disponível em: [http://www.canaoeste.com.br/principal.php?ago=35&local=setor\\_canavieiro](http://www.canaoeste.com.br/principal.php?ago=35&local=setor_canavieiro)>. Acesso em: 11 agosto 2008.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira. **Cosmópolis: Stoller do Brasil**, 2001. 138p.

Cerri, C. C.; Feller, C.; Chauvel, A. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. *Cahiers Orstom, série Pédologie*, Bondy, v.26, n.1, p.37-50, 1991.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO; Acompanhamento da safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2015; Disponível em: Acesso em: 08 set. de 2015.

COSTA, M.C.G.; MAZZA, J.A.; VITTI, G.C.; JORGE, L.A. DE C. Distribuição radicular, estado nutricional e produção de colmos e de açúcar em soqueiras de dois cultivares de cana-de-açúcar em solos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1503-1514, 2007.

Daniels, J. and Roach, B.T. 1987. Taxonomy and evolution. p.7-84. *In* Heinz, D.J. (ed.) **Sugarcane improvement through breeding**. Elsevier, Amsterdam.

DEMATTE, J.L.I. Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Encarte Informações Agronômicas Potafos**, n.111, p.1-24, 2005.

Díaz-Zorita, M.; Grosso, G. A. Effect of texture, organic carbon and water retention on the compactability of soil from Argentinean pampas. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.54, n.1, p.121-126, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.

Gomes Júnior., R. N. Degradação dos solos de tabuleiros costeiros cultivados com cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, v.3, 1995. Viçosa. Resumos... Viçosa: SBCS, 1995. p.1956-1957.

GOSS, J. A. **Physiology of plants and their cells**. New York: Pergamon. p.457. 1973.

GUIMARÃES, C. V.; ASSIS, R. L.; SIMON, G. A.; PIRES, F. R.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, D. C. Desempenho de cultivares e híbridos de milho em solo submetido a compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 17, n. 11, p. 1188–1194, 2013.

HOFFMAN, H.P.; SANTOS, E.G.D.; BASSINELLO, A.I.; VIEIRA, M.A.S. **Variedades RB de cana-de-açúcar**. 1. Ed. Araras: CCA/UFSCar, 2008.30p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Brasília. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric). 2011.

LANDELL, M.G.A.; PRADO, H.; VASCONCELOS, A.C.M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; BIDÓIA, M.A.P.; XAVIER, M.A. Oxisol subsurface chemical attributes related to sugarcane productivity. **Scientia Agrícola**, v.60, p.741-745, 2003.

MACEDO, I. de C. (Org.). Sugar cane's energy: twelve studies on Brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability. São Paulo: União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, 2005.

MANTELATTO, P. E. **Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento**. 272 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

MARINI, M.; PAIXÃO, L.; MARTINS, N.; LEIRI, D.; RODRIGUES, G. A.; LUCIANO, A.; SOUZA, F. Assepsia de propágulos vegetativos de cana-de-açúcar para cultivo in vitro. XVIII CIC ENPOS I mostra Científica, 2007. Resumo Expandido. **CD**.

MARQUES, M. O.; MUTTON, M. A.; AZANIA, A. A. P. M.; TASSO JUNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; VALE, D. W. (Ed.). **Tópicos em Tecnologia Sucroalcooleira**. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda., 2006. 191p.

MARQUES, M.O.; MARQUES, T.A.; TASSO JÚNIOR, L.C. **Tecnologia do açúcar. Produção e industrialização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal-SP: Funep, 2001.

MODELO, A. J.; TROGELLO, E.; NUNES, A. L.; SILVEIRA, J. C. M.; KOLLING, E. M. Efeito da compactação do solo sobre a semente no desenvolvimento da cultura do feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá-PR, v. 33, n. 1, p. 89-95, 2011.

Munner, M.; Oades, J. M. The role of Ca-organic interactions in soil aggregate stability. III. Mechanisms and models. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, v.29, n.2, p.411-423, 1989.

NEGRÃO, L. C. P.; URBAN, M. L. de P. Álcool como “commodity” internacional. **Economia & Energia**, n. 47, 2005. Disponível em: <[ecen.com/eee47/eee47p/alcoool\\_commodity.htm](http://ecen.com/eee47/eee47p/alcoool_commodity.htm)> . Acesso em: 15 maio 2006.

NOVA CANA ETHANOL CONFERENCE. A produção de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo). Disponível em: <http://www.novacana.com/cana-de-acucar/> Acessado em 29 de Abril de 2016.

OLIVEIRA, F. M. de; ASPIAZÚ, I.; KONDO, M. K.; BORGES, I. D.; PEGORARO, R. F. AGUILAR, P. B. Acúmulo de açúcares em variedades de cana influenciadas por diferentes supressões de irrigação e adubação. **Revista Agroambiental**, v.3, n.2, p.47-55, 2011.

SANTOS, G. A.; SOUZA, C. A. S.; DIAS JUNIOR, M. S.; FURTINI NETO, A. E.; GUIMARÃES, P. T. G. Diferentes graus de compactação e fornecimento de fósforo influenciando no crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em solos distintos. **Ciência Agroecológica**, Lavras-MG, v. 29, n. 4, p.740-752, 2005.

SILVA, F. A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assisat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v.4,n.1, p71-78,2002.



SMITH, D.M.; INMAN-BAMBER, N.G.; THORBURN, P.J. Growth and function of the sugarcane root system. **Field Crops Research**, v.92, p.169–183, 2005.

Smith, C. W.; Hadas, A.; Dan, J.; Koyumdjisky, H. Shrinkage and atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. *Geoderma*, Amsterdam, v.35, n.1, p.47-65, 1985.

SOUZA, Z. M.; PAIXÃO, A. C. S.; PRADO, R. M.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. Manejo de palhada de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1062-1068, 2005.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S. P.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.271-278, 2005

SUGAWARA, L.M.; RUDORFF, B. F. T. **Acompanhamento Do Crescimento Vegetativo Da Cana-De-Açúcar Por Meio De Séries Temporais De NDVI Do Sensor Modis**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Curitiba, 2011.

Tavares, S.; Castro, P. R. C.; Ribeiro, R. V.; Aramaki, P. H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiamethoxam no tratamento de sementes de soja. *Revista de Agricultura*, v.82, p.48-67, 2007.

THORBURN, P.J.; DART, I.K.; BIGGS, I.J.; BAILLIE, C.P.; SMITH, M.A.; KEATING, B.A. The fate of nitrogen applied to sugarcane by trickle irrigation. **Irrigation Science**, Berlin, v. 22, p. 201- 209, 2003.

VASCONCELOS, A.C.M.; CASAGRANDE, A.A.; PERECIN, D.; JORGE, L.A.C.; LANDELL, M.G.A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.849-858, 2003.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia, Nossa História. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=perfil&op=historico>>. Acesso em: 12 mar. de 2016.

UDOP. União dos produtores de bioenergia. 2009. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?cod=1049716&item=noticias>> . Acesso em: 07 abril 2009.

ÚNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. [http://www.unica.com.br/pages/cana\\_origem.asp](http://www.unica.com.br/pages/cana_origem.asp). 15 Fev.2004